

## СИСТЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

*Т.Г. Коржнева, ассистент,*

*С.С. Иванова, студент гр. 4ВМ41*

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30,*

*тел. (3822)-444-555*

*E-mail: ivsvser@gmail.com*

Промышленное освещение, как большой класс, разделяется на более мелкие типы и подтипы. В зависимости от выполняемых работ, от их точности, производится нормирование освещенности, выбор типа источников света. Условия искусственного освещения на промышленных предприятиях оказывают большое влияние на зрительную работу, физическое и моральное состояние людей, а, следовательно, на производительность труда, качество продукции и производственный травматизм [1]. В металлургической промышленности уровень освещенности должен быть увеличен от 300 до 2000 лк. При таких уровнях освещенности возникают биологические эффекты без оптического изображения (БОИ-эффекты). При этом наблюдается повышение зрительной работоспособности на 16 %, снижение брака на 29 %, а количество несчастных случаев уменьшается на 52 % – все это приводит к росту производительности труда более чем на 20 % [2].

Для общего освещения промышленных помещений традиционно применяются разрядные лампы: люминесцентные лампы (ЛЛ), дуговые ртутные лампы (ДРЛ), металлогалогенные лампы (МГЛ), а в отдельных случаях натриевые лампы (ДНаТ). Не исключено и применение ламп накаливания (ЛН), что ведет к высоким затратам на электроэнергию.

В России на освещение расходуется около 12 % вырабатываемой электроэнергии. В мире в среднем 19 %, в США около – 22 %, при этом возможная экономия в России составляет 45-50 % – это более 50 млрд. кВт·ч. Максимальный потенциал экономии электроэнергии сосредоточен в расширении производства и области их применения эффективных источников света (до 14 % современного потребления). На увеличение световой отдачи, повышение КПД осветительных приборов, применение систем общего локализованного освещения и регулирование в зависимости от уровня естественной освещенности приходит примерно по 6 % потенциала экономии современного потребления.

Снижение затрат на энергию можно достичь за счет уменьшения использования искусственного освещения. Естественный свет – это эффективный энергосберегающий инструмент. Единственным источником естественного света является солнце. Оно излучает прямой солнечный свет, часть которого рассеивается в атмосфере и создает рассеянное излучение. Дневной свет управляет биологическими, физиологическими и психическими процессами в организме человека. В нормальных условиях солнечный свет вызывает образование небольшого количества активных продуктов фотолиза, которые оказывают на организм благотворное действие. Так под влиянием ультрафиолетовых лучей с длиной волны 280-313 нм провитамины превращаются в витамин D и всасываются в организм. Роль витамина D заключается в усвоении кальция.

Стратегии внедрения естественного освещения можно разделить на две основные категории: боковое освещение, которое поступает через стены по

периметру здания и освещение через крышу, которое поступает через верхнюю часть здания. Выбор стратегии естественного освещения зависит от планировки, ориентации и местности, в которой стоит здание, а также от климатических условий.

Большинство промышленных помещений имеют большую площадь с широкими окнами вдоль стены. Для улучшения проникновения света и уменьшения бликов можно использовать пассивные устройства, известные как «световые полки». Световая полка – горизонтальный отражатель, который изменяет направление солнечных лучей. Свет проникает в помещение не напрямую – сначала отражается от полки и затем об потолок – зигзагообразно, как показано на рисунке 1 а, таким образом, это приводит к более равномерному освещению помещения [3].

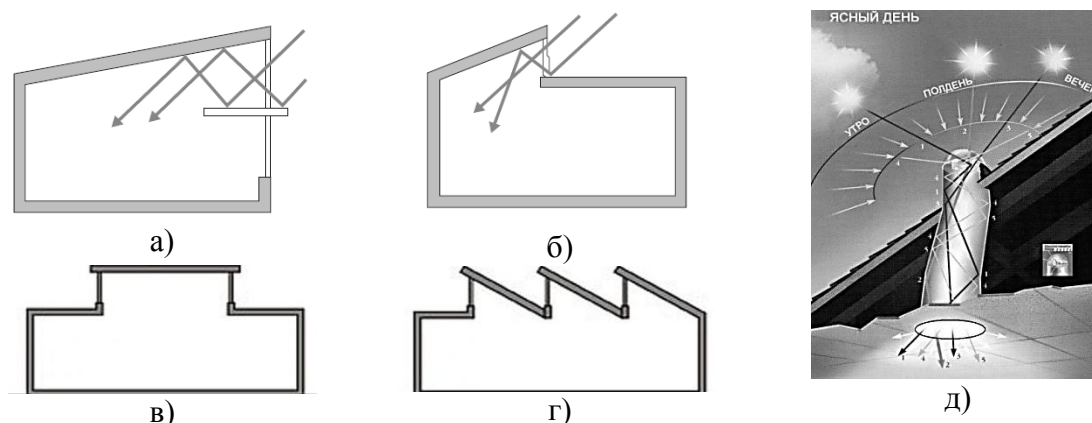


Рис. 1. Системы ЕО: а) световая полка; б) зенитный фонарь; в) фонарь-надстройка; г) шедовый фонарь; д) световод

При этом для большего проникновения света, потолок должен быть светлым с хорошими отражающими свойствами, а остекление должно быть как можно ближе к потолку. Количество проникающего дневного света при такой стратегии зависит от ориентации фасадов здания. Хорошая ориентация оконных проемов может максимизировать поступление солнечного света и свести к минимуму блики и перегрев. Для большинства промпомещений, имеющих постоянное испарение, высокую температуру работы оборудования, поддержание чистоты потолка является невыполнимой задачей.

Освещение естественным светом возможно и через крышу. Используя световые люки в крыше здания можно обеспечить равномерное распределение дневного света по всей площади верхнего этажа. Основные типы систем естественного освещения через крышу:

1) Зенитный фонарь, как показан на рисунке 1 б, обеспечивает естественное освещение помещения через остекленные проемы в кровле здания. Посредством горизонтального зенитного фонаря в помещение поступает примерно в три раза больше дневного света, чем через вертикальное окно такого же размера. Поскольку зенитные фонари могут располагаться только ближе к центральной части помещения, они создают равномерное освещение по всей площади. Однако зенитные фонари сильно повышают риск перегрева, поэтому необходимо так же использовать различные солнцезащитные устройства, что приводит к повышению затрат на установку такой системы [3].

2) Фонари-надстройки представляют собой остекленное возвышение над крышей (рис. 1 в). Их преимущество заключается в некоторой защите помещения от прямых солнечных лучей. Недостаток таких фонарей состоит в том, что при их близком расположении друг к другу между ними может скапливаться снег. Такие устройства трудно использовать в условиях Сибири. Например, для Томской области снежный покров составляет около 40-60 см, а для Красноярского края – от 600-800 мм.

3) Крыша с шедовыми фонарями в профиль напоминает пилу. Фонари устанавливаются либо вертикально, либо наклонно и разделяются наклонными участками крыши (рисунок 1г). Систему можно использовать для равномерного освещения помещений большой площади. При ориентации на север получается естественная защита от прямых солнечных лучей. Однако для снежных районов эта система также не очень подходит из-за образования снеговых мешков возле стекол.

По характеру светораспределения в помещении системы естественного освещения могут быть разделены на два основных вида: системы естественного освещения, обеспечивающие четкую направленность светового потока, выявляющего объем предметов благодаря образующимся собственным и падающим теням; системы естественного освещения, обеспечивающие «бестеневое» освещение.

К первому виду можно отнести боковое одностороннее освещение и верхнее освещение при шедовых фонарях. Ко второму виду относятся: боковое двухстороннее освещение, верхнее освещение при фонарях-надстройках и зенитных фонарях, а так же система комбинированного освещения.

Различные системы естественного освещения различаются по абсолютным уровням освещенности, которые обеспечиваются в помещении, и по характеру распределения световых потолков. Системы, относящиеся к первому виду, создают значительную неравномерность светового потока на условной рабочей поверхности (УРП), тогда как системы, относящиеся ко второму виду, обеспечивают более равномерное освещение, как показано на рисунке 2 [4].

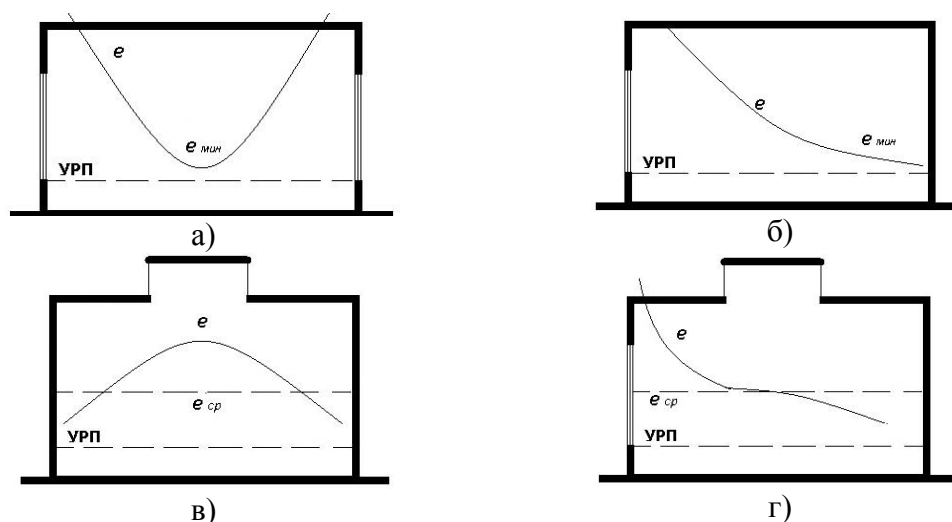


Рис. 2. Характерные кривые освещенности для различных систем естественного освещения (кривые к.е.о.): а) боковое освещение; б) боковое двухстороннее освещение; в) верхнее освещение; г) комбинированное освещение

Альтернативной системой естественного освещения можно считать применение световых колодцев или полых трубчатых световодов (ПТС), как на рисунке 1д. Светопринимающее устройство может быть расположено на крыше здания для сбора света из зенитных областей небосвода. Альтернативно их можно располагать на фасадах здания. Первая система, предложенная Стивом Сатанном (Австралия), имела металлическое зеркало, отражающее солнечные лучи, идущие с юга прямо в трубу, но затеняющий диффузный свет неба с других сторон. После этого было предпринято много неудачных попыток исправить эту систему. Так ПТС впервые были разработаны в 1980-х гг. в СССР Ю.Б. Айзенбергом, Г.Б. Бухманом, В.М. Пятигорским, А.А. Коробко и др. Тогда же началось интенсивное использование ПТС для освещения цехов промышленных предприятий [5].

В целом, световой колодец состоит из внешнего коллектора, трубы с высоким коэффициентом отражения на внутренней поверхности и диффузора. Купол устройства изготавливают из сверхпрочного стекла. При помощи такой технологии можно освещать также и удаленные площади в помещениях. Эти устройства собирают солнечный свет на зеркалах или линзах, расположенных в трубе, и направлять свет в выбранное помещение. Он изолирован настолько герметично, что попадание внутрь устройства пыли, воды или насекомых совершенно исключено, поэтому применим к промышленным помещениям, также может применяться в больших промышленных зданиях: складах, цехах, подземных помещениях и т. д. В отличие от обычных светопроемов, ПТС не вызывают теплотерьер помещений и препятствуют теплотуплениям в них в летнее время [5].

Нормируемое значение коэффициента естественной освещенности (КЕО) промышленных предприятий для различных систем освещения рассчитывается в зависимости от административных районов по ресурсам светового климата рассчитывается по формуле:

$$e_N = e_n \cdot m_N, \quad (1)$$

где:  $e_n$  – нормируемое значение КЕО для помещений по таблицам 3-6 [7];  $m_N$  – коэффициент светового климата по таблице 2 [6]; N – номер группы обеспеченности естественным светом по таблице 1 [6].

Так для котельной, расположенной в Красноярске, входит в 1 группу административных районов. Для бункерного отделения котельных залов и площадки обслуживания котлов, в которых VI разряд зрительной работы, КЕО при верхнем и комбинированном освещении – 1,8 %, при боковом освещении – 0,6 % [6].

Значительным минусом любой системы естественного освещения остается зависимость от времени года, времени суток и погодных условий, причем эти изменения носят случайный характер. Так же на использование солнечного света в течение светлого времени суток влияют другие факторы: ориентация помещения относительно сторон света и других построек. Поэтому в зданиях с преимущественно естественным освещением наиболее оптимальным способом является подключение систем искусственного света, причем через датчик света, который будет фиксировать освещенность в промышленном помещении.

### Список литературы:

1. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике. – М.:Знак, 2006 – 940 с.
2. Иоффе К. И. Биологическое влияние видимого света на организм человека // Светотехника и электроэнергетика. – 2008. – №3. – С. 21–29.

3. Шилкина Н.В. Система естественного освещения // Здания высоких технологий – 2013 – С. 74–83.
4. Соловьев А.К. Проектирование светопрозрачных конструкций и естественного освещения зданий. – М.: МИСИ, 1984 – 115 с.
5. Соловьев А.К. Полые трубчатые световоды: их применение для естественного освещения зданий и экономия энергии // Светотехника. – 2011. – № 5. – С.41–47.
6. Мигалина И. В. Учебное издание. Расчет и проектирование естественного освещения помещений. – М.: Мархи, 2013 – 81 с.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛОВЫХ, ПЕРЕДАТОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КВАРЦ-КВАРЦЕВЫХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН**

*Д.Б. Омаров, магистрант гр.4ВМ2Б,  
Т.О. Турмахан, магистрант гр.4ВМ2Б  
Г.В. Мурастов, магистрант гр.4ВМ2Б  
В.П. Ципилев, д.ф-м.н., профессор,  
А.Н. Яковлев, к.ф-м.н., доцент.*

*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,  
E-mail: daniar.o.b@mail.ru*

Использование гибких оптических волокон, обеспечивающих передачу мощного излучения, позволяет создать эффективные лазерные устройства с высокими функциональными возможностями [1]. Электрические системы инициации широко используются в военной и гражданской технике, например, при проведении подрывных работ. При проведении таких работ предъявляются высокие требования к правилам техники безопасности, запасу надежности подрыва, так как имеется высокий фактор риска при ложном срабатывании узла системы. Оптическая система, как замена электрической, показывает отличные результаты, имеет пониженный фактор риска, превосходит электрическую систему по запасу надежности подрыва. Для конструирования такой системы важно знать характеристики оптоволокон, например, такие, как угловая передаточная функция, предел оптической прочности, зависимость угла ввода лазерного пучка от диаметра сердечника. Последняя из перечисленных характеристик практически не исследована и представляет интерес с точки зрения разработки лазерных оптоволоконных исполнительных устройств.

Цель настоящей работы – исследование угловых характеристик ввода лазерного пучка в кварц-кварцевые волокна различного диаметра (0,6 мм – 50 мкм). Вычисление угловой передаточной функции (УПФ) слабоизогнутых волокон. Исследование зависимости УПФ от радиуса изгиба волокна.

В данной работе исследовались кварц-кварцевые ОВ с различными диаметрами сердечника (от 50 мкм до 600 мкм), длиной  $L = 3$  м.

Экспериментальная установка изображена схематически на рисунке 1. Луч твердотельного Nd лазера (1) с нелинейно-преобразующим кристаллом YV04 (532